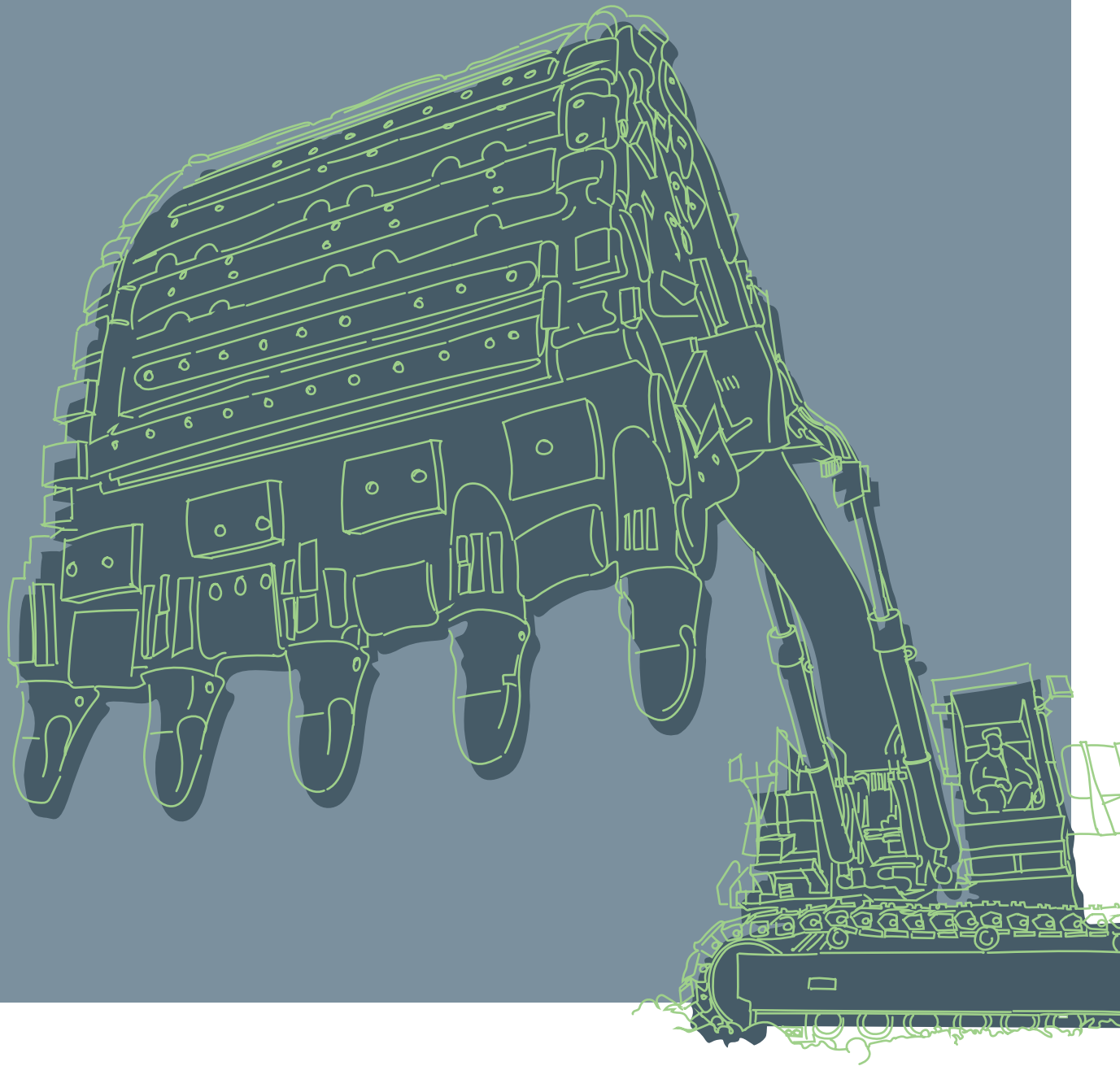


DILLIMAX & DILLIDUR

Tôles à très haute limite d'élasticité et tôles résistantes à l'abrasion



Dillinger

Un acier pur pour un avenir pur

Depuis près de 340 ans, nous mettons en œuvre toute notre compétence et toute notre créativité au service de notre métier : l'acier. Nous nous engageons en faveur du progrès, de la protection du climat et des générations futures. Leader européen parmi les producteurs de tôles fortes, nous visons des objectifs ambitieux, avec un collectif soudé.

L'acier, un produit d'avenir

L'acier est un produit unique : sa résistance, son élasticité et ses capacités de transformation lui ouvrent les débouchés les plus variés et permettent de réaliser les constructions les plus impressionnantes. Sa recyclabilité à 100 % en fait une solution imbattable en termes de développement durable. En tant que partenaire-expert de nos clients, nous réalisons des produits d'excellence pour de nombreux secteurs d'activité clés tels que la construction métallique, la construction mécanique ou l'énergie. Nos tôles d'acier contribuent d'ores et déjà à la transition énergétique, que ce soit dans des centrales éoliennes offshore, des centrales photovoltaïques ou sur des sites de stockage d'énergie.

Un avenir pur

Notre objectif est de participer à la construction d'un avenir durable non seulement aujourd'hui, mais également demain. Nous visons ainsi la neutralité carbone d'ici 2045 et promouvons avec force l'évolution et l'utilisation de technologies telles que l'hydrogène et la production d'acier en four électrique. À ce titre, notre projet de décarbonation Power4Steel constitue une étape majeure qui prépare le terrain à un avenir à bilan carbone neutre. Dès aujourd'hui, nous proposons des tôles fortes décarbonées sous le label D-PURE+ et, à partir de 2027/2028, nous démarrons la production d'acier décarboné selon notre nouveau mode de production qui conjugue une technologie de réduction directe du fer (DRI) à un four à arc électrique (FAE).

Une qualité pure

Chez Dillinger, l'ensemble du processus de fabrication, de la recherche au laminage, en passant par la production de l'acier, est concentré exclusivement sur les tôles fortes. Cette spécialisation est à l'origine d'un savoir-faire sans égal exploité dans l'intérêt de nos clients. Grâce à notre expertise, des technologies à la pointe du progrès et des applications d'avant-garde utilisant l'intelligence artificielle, nous produisons des tôles d'acier d'un niveau de qualité toujours élevé et nous mobilisons pour faire évoluer sans cesse nos produits et nos services. Avec plus de 2 000 qualités d'acier et une gamme de dimensions impressionnante, Dillinger propose un éventail de produits incomparable que le conseil personnalisé offert à la clientèle et une offre de services numériques de plus en plus étoffée viennent compléter à la perfection.

Un engagement pur

Nous portons une responsabilité collective et individuelle. Envers nos collaborateurs, notre environnement, nos produits et notre avenir. Nos relations sont marquées par une volonté de collaborer de manière partenariale et par une culture d'estime réciproque. Nous sommes le pilier qui garantit la fiabilité de l'approvisionnement en électricité et la sécurité des infrastructures. Curieux, ouverts sur le monde, réactifs et orientés solution, nous nous mobilisons pour construire l'avenir des générations futures. Nous sommes un symbole du « Made in Europe » et démontrons notre savoir-faire à l'échelle mondiale.

Nous sommes Dillinger. Nous sommes Pure Steel+

Dillinger

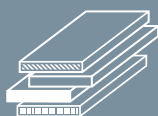
en quelques chiffres



Près de **340** années d'expérience



Expertise-conseil dans plus de **10** domaines d'application



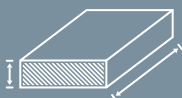
Plus de **2 000** qualités d'acier



Plus de **200** homologations, certifications et labellisations internationales

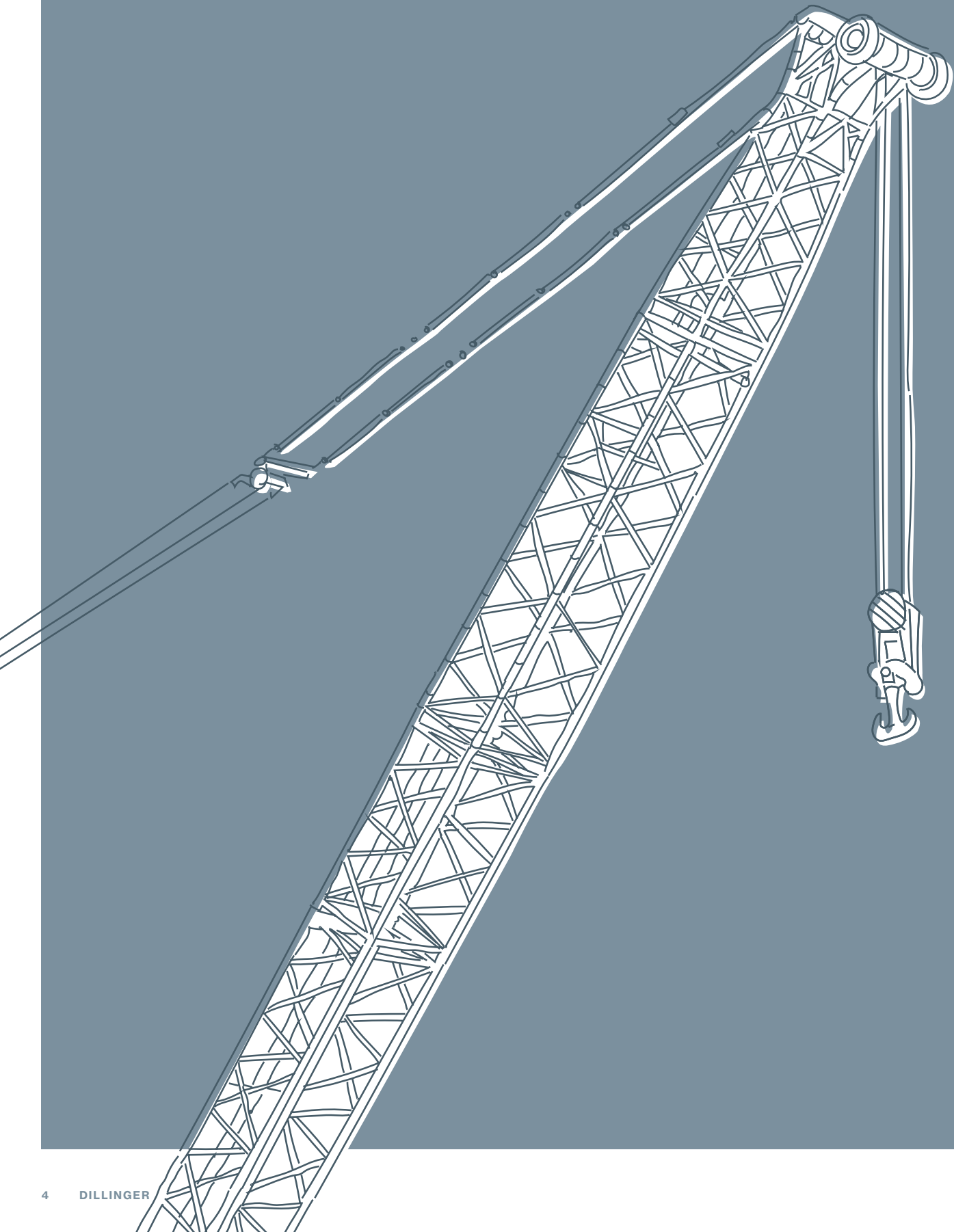


Poids unitaire des tôles jusqu'à **52** t



Tôles fortes jusqu'à 28 m de longueur et **500** mm d'épaisseur

Les niveaux de résistance mécanique et les épaisseurs de tôle ont augmenté ; de même, le degré de pureté et les exigences de ténacité ont progressé. Résultat : une valeur ajoutée tangible concrétisée par des matériaux plus performants offrant une sécurité maximale.



DILLIMAX et DILLIDUR – Les champions de la polyvalence

Seuls des matériaux d'exception permettent d'atteindre le summum de la performance. C'est dans cet esprit qu'ont été conçus les aciers DILLIMAX et DILLIDUR. Depuis plus d'un demi-siècle, ces champions de la résistance aux charges les plus lourdes et à l'abrasion la plus extrême évoluent sans cesse en fonction de leur destination et des exigences des clients.

Des économies avec des structures plus légères

La préservation des ressources commence par des économies de matériaux. Pour réduire le poids des engins et matériels mobiles, les constructeurs se tournent vers des tôles moins épaisses et, par conséquent, plus légères et plus résistantes. Ces tôles permettent également d'accroître l'efficacité du processus de mise en oeuvre. Plus fines et moins lourdes, les structures nécessitent des cordons de soudure plus minces, d'où un gain de temps au soudage à la fabrication.

Des exigences croissantes pour déplacer des charges de plus en plus lourdes

Les équipements de levage et les machines utilisés dans

l'exploitation minière ont atteint des dimensions gigantesques. Les capacités de levage très élevées supposent des résistances mécaniques toujours croissantes ainsi que des tôles de très forte épaisseur.

De nouvelles opportunités avec des exigences de sécurité accrues

Lorsque les conditions d'intervention sont critiques, comme dans le cas de l'installation de fermes éoliennes en haute mer à l'aide de grues géantes, les tôles utilisées doivent satisfaire à des exigences très pointues en termes de santé interne et de résilience pour résister à la rupture par choc.

Principaux avantages des produits

- Vaste choix de nuances d'acier
- Respect de spécifications individuelles
- Épaisseurs extrêmes
- Gamme dimensionnelle large
- Tôles extra-lourdes découpées avec précision

DILLIMAX

- résistance mécanique extrême avec des limites d'élasticité jusqu'à 1 100 MPa
- résistance aux charges les plus élevées

DILLIDUR

- niveaux de dureté entre 325 et 600 Brinell
- Extrême résistance à l'abrasion

Avantages de notre offre de services

- Conseil professionnel par une équipe d'experts compétents
- Possibilités de parachèvement
- Nombreuses possibilités de livraison



Découvrez notre E-Service avec de nombreux outils pratiques, votre espace personnel dédié baptisé myE-Service où vous retrouverez toutes les informations utiles sur vos commandes, mais aussi l'application E-Connect qui vous aidera à identifier les tôles.

De la composition chimique idéal à la pièce unique

Pour obtenir des tôles fortes de haute qualité, Dillinger a mis en place un processus de production adéquat dans sa propre aciérie. C'est là qu'est obtenu le produit semi-fini homogène - la brame - à la base des aciers DILLIMAX et DILLIDUR. Les forces de laminage nécessaires à la transformation de la brame en tôle forte sont phénoménales et les technologies sont parmi les plus avancées.

Des qualités intrinsèques dès l'aciérie

Seuls des aciers présentant un niveau de résilience très élevé et des caractéristiques très homogènes permettent de répondre à des exigences très pointues en terme de sécurité. C'est exactement ce que garantit l'option « Z ». Là où elle est soumise aux plus fortes contraintes, c'est-à-dire à coeur, la tôle présente des propriétés de déformation spécifiques dans le sens de l'épaisseur. Les aciers DILLIMAX à haute limite d'élasticité et DILLIDUR à haute résistance à l'abrasion sont dégazés sous vide. Combiné à un processus de métallurgie secondaire sophistiqué, ce traitement réduit à un niveau extrêmement faible les impuretés indésirables, telles que le soufre. Pour obtenir une tôle de haute qualité, notamment en cas de forte épaisseur, le produit semi-fini utilisé doit être suffisamment épais et très homogène. Dillinger est en mesure d'obtenir cette dernière propriété à partir de ses propres installations de coulée continue, pour donner naissance à des brames d'une épaisseur record jusqu'à 600 mm. L'homogénéité interne du matériau est garantie d'usine pour chacune des tôles. Toutes les tôles DILLIMAX sont contrôlées aux ultrasons (classe S₁E₁) avant leur livraison, ou selon un cahier des charges client encore plus contraignant.

Un travail d'orfèvre au laminoir

Chez Dillinger, le processus de laminage fait appel à des forces extraordinaires jusqu'à 108 MN (soit environ 11 000 t) pour transformer le produit semi-fini (brame ou lingot) en tôle. Dans ce contexte, le schéma de laminage,

c'est-à-dire la succession des étapes de laminage en fonction de la température, est d'une importance décisive. Le laminage est réalisé de façon à diminuer l'épaisseur au maximum à chaque passage. Baptisé « High shape rolling », ce principe permet de déformer non seulement la surface de tôle, mais aussi son coeur pour obtenir un produit d'une structure aussi homogène que possible. La résistance mécanique exceptionnelle ou la résistance à l'abrasion sont obtenues lors de l'opération de trempe. Grâce à un refroidissement brutal de la tôle à l'eau, on obtient une microstructure après trempe homogène sur toute la surface de la tôle. C'est elle qui rend les aciers DILLIDUR 400 à 600 très résistants à l'abrasion. Dans le cas des aciers DILLIMAX, le processus prévoit un traitement thermique supplémentaire, le revenu, dont le but est de réduire les contraintes dans la structure de la tôle. Dans le même temps, la dureté et la résistance sont maintenues dans les intervalles de valeurs spécifiés, tandis que la ténacité est amenée à un niveau élevé.

Un produit fini personnalisé

Selon les souhaits du client, le processus de production peut intégrer des étapes supplémentaires en aval telles que le marquage particulier des tôles, le planage sur la presse lorsque les exigences de planéité sont particulièrement sévères, et/ou le grenillage/peinture. Nos clients fixent eux-mêmes leurs exigences, notamment en terme de protection anticorrosion temporaire (Shop-Primer). Parfois utile pour pouvoir stocker provisoirement des tôles à l'air libre, le primaire peut potentiellement être un obstacle pour le soudage et n'est alors pas souhaitable.

Traitement thermique des aciers DILLIDUR et DILLIMAX

Trempe à l'eau après la mise à température d'austénitisation

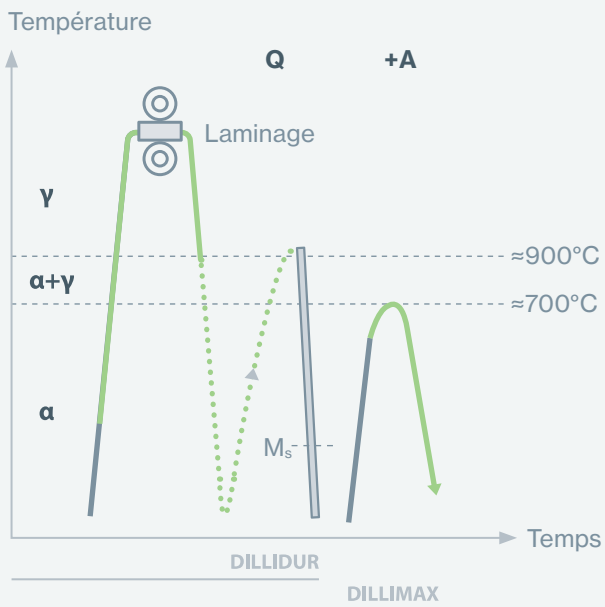
(>Ac3 ≈ 900 °C)

= Q (Quenched), p.ex. DILLIDUR 500

+ revenu complémentaire

= Q + A ou Q + T (Quenched + tempered),

p.ex. DILLIMAX 965 E



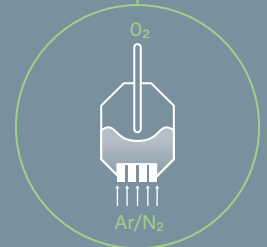
M_s = Température de début de formation de martensite |

γ = Austénite | α = Ferrite

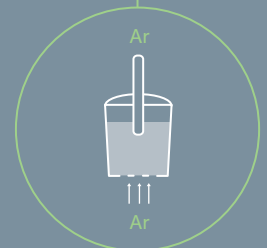
Désulfuration de la fonte



Convertisseur à oxygène



Brassage à l'argon



Processus de dégazage

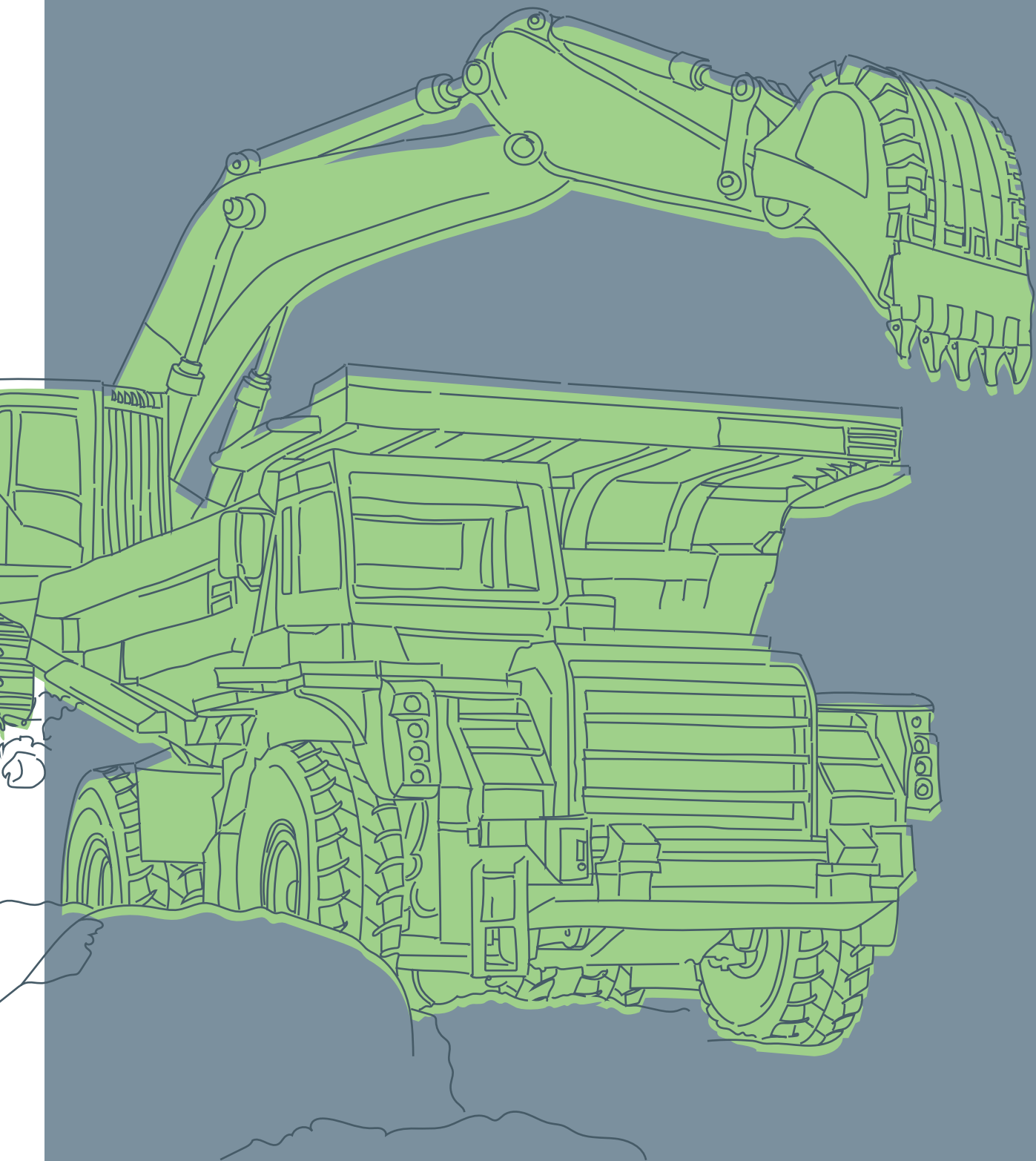


Traitement CaSi



Coulée





DILLIDUR

Une résistance à toute épreuve

Depuis plus de 50 ans, nous proposons avec succès des aciers capables de faire face aux conditions les plus rudes sur le terrain, mais néanmoins faciles à transformer. Les aciers DILLIDUR se distinguent par une extrême résistance à l'abrasion alliée à une facilité, à une rentabilité et à une homogénéité de mise en oeuvre.

Des débouchés mondiaux

DILLIDUR, l'acier de marque Dillinger résistant à l'abrasion, est souvent privilégié pour la construction de pelles mécaniques, d'engins de démolition et de recyclage, mais aussi de machines hors-norme destinées à l'exploitation minière. Pour les applications spécifiques de nos clients, Dillinger propose différents degrés de dureté jusqu'à 600 Brinell. L'acier de base DILLIDUR 400 est la solution en quête d'un matériau facile à mettre en oeuvre et capable de bien résister à l'abrasion. Cet acier d'une dureté nominale de 400 Brinell se distingue par de très faibles teneurs en carbone. Cela lui confère une très bonne aptitude à l'oxycoupage et au soudage, qui peut être réalisé à de faibles températures de préchauffage, voire sans préchauffage. Malgré sa dureté nominale très élevée de 500 Brinell et sa très haute résistance à l'abrasion, DILLIDUR 500 peut être transformé en toute sécurité et à moindre coût selon les instructions de mise en oeuvre de Dillinger.

Applications particulières

L'acier trempé à l'air DILLIDUR 325 L, de dureté nominale de 325 Brinell, convient à des applications spécifiques avec utilisation à des températures élevées jusqu'à environ 500 °C ou pour des pièces soumises à l'abrasion formées à chaud. Grâce à la composition d'alliage choisie, cet acier acquiert sa dureté naturellement, même s'il refroidit lentement à l'air. Après un traitement de normalisation, pour le

formage à chaud, par exemple, la tôle retrouve automatiquement les propriétés décrites dans la fiche technique. Les pièces de forte épaisseur soumises à l'abrasion et éventuellement soudées, telles les pointes de godets de grosses excavatrices utilisées dans les rudes conditions de l'exploitation minière, doivent présenter une résistance à la fissuration toute particulière.

La solution ? DILLIDUR IMPACT avec des épaisseurs de tôle de 40 à 150 mm et des valeurs de résilience minimales Charpy-V garanties. Des qualités spéciales sont disponibles sur demande pour les applications faisant appel à des tôles très épaisses avec des exigences spécifiques pour les propriétés à coeur. Pour faire face à des contraintes particulièrement élevées, Dillinger propose enfin les qualités d'acier DILLIDUR 550 et DILLIDUR 600.

DILLIDUR	600/550	500	450	400	IMPACT	325 L
Résistance à l'abrasion	++++	+++	++	+	+	+
Soudabilité	-	0	+	+	++	-
Formage à froid	-	0	+	+	+	--
Formage à chaud	-	-	-	-	0	+
Utilisation à chaud	-	-	-	-	0	+
Résistance à la fissuration	-	0	+	+	++	-
Usinage	0	0	+	+	+	+
Nituration	-	-	-	-	+	+

Désignation	Épaisseur de tôle [mm]	
DILLIDUR 600	15 – 60	560 – 610 HBW
DILLIDUR 550	10 – 100	500 (520) – 580 HBW (selon épaisseur)
DILLIDUR 500 ^a	8 – 100	450 (470) – 530 HBW (selon épaisseur)
DILLIDUR 450 ^{a,b}	6 – 100	420 – 480 HBW
DILLIDUR 400 ^{a,b}	6 – 150	370 – 430 HBW
DILLIDUR IMPACT	40 – 150	310 – 370 HBW, configuration des caractéristiques de ténacité pour une résistance maximale à la fissuration
DILLIDUR 325 L	6 – 100	dureté nominale de 325 HBW, trempé à l'air pour des températures d'utilisation élevées ou un formage à chaud

^a durcissement à coeur et résilience garantie sur demande

^b épaisseurs < 8 mm seulement sur consultation

DILLIMAX - L'efficacité pour des structures allégées

Grâce aux aciers DILLIMAX, les épaisseurs de tôle peuvent être réduites au minimum tout en maintenant une résistance mécanique très élevée pour plus de liberté. La composition chimique optimisée de l'acier garantit de faibles valeurs de carbone équivalent et une rentabilité maximale puisque, malgré leur haute limite d'élasticité, les aciers DILLIMAX peuvent être soudés à des températures de préchauffage modérées.

Des structures minces partout dans le monde

En tous points du globe, des machines, des excavatrices et des grues gigantesques sont utilisées pour déplacer les charges les plus lourdes de manière rentable et ce, avec un poids propre aussi faible que possible. Ceci suppose des valeurs de résistance mécanique toujours plus élevées pour les structures porteuses, même pour des tôles de très forte épaisseur. Pour les ensembles soudés et les structures à paroi épaisse, il est indispensable de pouvoir compter sur d'excellentes valeurs de résilience afin d'assurer une marge de sécurité suffisante pour les charges extrêmes, comme cela est prescrit dans les règlements et les normes, telles que la norme EN 1993-1-10. Grâce à une limite d'élasticité minimale pouvant aller jusqu'à 1 100 MPa, DILLIMAX dépasse parfois nettement les exigences fixées par les normes en terme de résistance mécanique, et ce, avec des valeurs de résilience effectives largement au-dessus des normes, même à des températures extrêmement basses de -60 °C. La désignation de l'acier – DILLIMAX 690 B/T/E, par exemple – fournit une information à la fois sur la limite d'élasticité minimale, soit 690 MPa dans l'exemple cité plus haut (pour l'épaisseur la plus faible), mais aussi sur la température jusqu'à laquelle les exigences en matière de résilience sont garanties (Base : -20 °C, Tenace : -40 °C ; Extra-tenace : -60 °C). Dans le cas de l'acier DILLIMAX 690 B/T, Dillinger garantit ainsi 60 J/40 J (sens long/sens travers) au lieu des 30 J/27 J seulement, spécifiés par la norme EN 10025-6. Cela signifie une marge de sécurité supérieure pour la mise en oeuvre et lors de l'utilisation.

Parce que chaque kilo compte

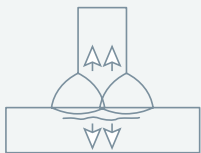
Pour les applications où le poids propre est un facteur particulièrement critique, comme pour les flèches de grues mobiles, par exemple, les tolérances d'épaisseur des tôles doivent être minimales. DILLIMAX TL offre des tolérances d'épaisseur et de planéité adaptées à ce type d'utilisation. Dans le cas des grandes pièces usinées mécaniquement, destinées notamment à la construction mécanique, chaque millimètre d'épaisseur supplémentaire est synonyme d'allongement du temps d'usinage et, par conséquent, d'augmentation des coûts de fabrication. Afin de réduire les surépaisseurs, les tôles DILLIMAX peuvent également être livrées conformément à la spécification DIPLAN, jusqu'à des épaisseurs de 200 mm. Cette spécification garantit la planéité de la tôle sur toute sa surface avec des tolérances dimensionnelles très faibles.

Une qualité certifiée pour les applications offshore

Les applications offshore faisant appel à des aciers à très haute limite d'élasticité exigent un niveau de sécurité exceptionnel. Dans certains cas, les aciers doivent présenter des caractéristiques de résistance particulièrement poussées, également pour des épaisseurs de tôle importantes, mais aussi une résilience Charpy-V extrême à très basse température et, si possible, au coeur de la tôle, ou encore des caractéristiques exceptionnelles dans le sens de l'épaisseur de la tôle (propriétés « Z »). Pour ces applications particulièrement exigeantes, Dillinger a développé et adapté spécialement des aciers offrant une limite d'élasticité minimale de 690 MPa. Ces derniers peuvent être livrés conformément à notre fiche technique DI-RACK, avec des nuances et qualités homologuées selon des règlements offshore tels qu'ABS ou DNV, voire selon des spécifications projet particulières.

Sécurité garantie avec la qualité « Z »

Même sans contraintes extérieures, les ensembles soudés peuvent être soumis à des contraintes internes importantes dans le sens de l'épaisseur de la tôle suite au refroidissement et à la contraction du métal d'apport lors de l'opération de soudage. Les propriétés mécaniques dans le sens de l'épaisseur sont fixées de manière explicite pour les tôles « Z » dans les normes EN 10164 ou ASTM A770. Par exemple, Z 35 selon la norme EN 10164 signifie qu'une éprouvette cylindrique prélevée dans le sens de l'épaisseur de la tôle a un coefficient de striction d'au moins



Contraintes dans le sens de l'épaisseur après soudage des tôles



Essai Z : vérification de l'aptitude à la déformation dans le sens de l'épaisseur jusqu'au coeur de la tôle

35 % avant rupture. Cette propriété est obtenue grâce à un traitement spécifique de l'acier. Cette aptitude à la déformation offre une grande sécurité au concepteur qui peut lui-même définir la qualité « Z » nécessaire, par exemple sur la base de la norme EN 1993-1-10.

Qu'est-ce que le carbone équivalent ?

Le carbone équivalent fournit une information simple et rapide sur l'aptitude au soudage. Les carbone équivalents CE(V) ou CET permettent de calculer la température de préchauffage en utilisant la norme EN 1011-2 : plus les valeurs sont basses, plus la température de préchauffage est basse. La norme de soudage américaine AWS D1.1. utilise le P_{cm} .

$$P_{cm} = C + Si/30 + (Mn + Cu + Cr)/20 + Mo/15 + Ni/60 + V/10 + 5 \cdot B$$

$$CET = C + (Mn + Mo)/10 + (Cr + Cu)/20 + Ni/40$$

$$CE(V) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

La norme EN 10025-6 spécifie les valeurs maximales pour le carbone équivalent CEV pour les aciers à très haute limite d'élasticité. Pour DILLIMAX, les valeurs sont nettement inférieures, réduisant ainsi les températures de préchauffage et donc les coûts.

Désignation	Limite d'élasticité nominale minimum [MPa]	Résilience Charpy-V à [°C]	Épaisseur de tôle [mm]	Désignation EN 10025-6
DILLIMAX 1100	1100	-40	8 – 40	n.a.
DILLIMAX 965 B/T/E	960		6 – 160	S960Q/QL/QL1
DILLIMAX 890 B/T/E	890			S890Q/QL/QL1
DILLIMAX 690 B/T/E	690	B/T/E -20/-40/-60	6 – 290 ^a	S690Q/QL/QL1
DILLIMAX 550 B/T/E	550		6 – 200 ^b	S550Q/QL/QL1
DILLIMAX 500 B/T/E	500			S500Q/QL/QL1

^a DILLIMAX 690 E: jusqu'à 200 mm

^b DILLIMAX 500 T/E et DILLIMAX 550 T/E: jusqu'à 150 mm



Pour tout conseil personnalisé d'ordre technique ou commercial, n'hésitez pas à contacter nos interlocuteurs.

Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke

Werkstraße 1
D-66763 Dillingen/Saar
Allemagne
Tél +49 6831 47-0
E-mail : info@dillinger.biz
www.dillinger.de

Édition 2024